

彰化縣環境保護局
113 年彰化縣溫室氣體管理工作推動計畫

彰化縣溫室氣體排放調查報告書

中華民國 114 年 2 月

目 錄

頁 次

壹、前言	1
貳、溫室氣體排放量盤查說明	2
參、歷年溫室氣體排放量彙整	6
肆、彰化縣溫室氣體排放量及組成	8
伍、溫室氣體消長原因	15
陸、中長期溫室氣體排放量推估	24
參考文獻	29

圖 目 錄

頁 次

圖 1、彰化縣歷年溫室氣體部門別占比	10
圖 2、彰化縣歷年溫室氣體範疇別占比	11
圖 3、彰化縣歷年溫室氣體總排放量趨勢	15
圖 4、彰化縣歷年住商及農林漁牧能源部門溫室氣體排放量趨勢	16
圖 5、彰化縣歷年住商及農林漁牧用電量及人口趨勢	17
圖 6、彰化縣歷年工業能源部門溫室氣體排放量趨勢	17
圖 7、彰化縣歷年工業用電量及石化燃料使用量趨勢	19
圖 8、彰化縣歷年運輸能源部門溫室氣體排放量趨勢	20
圖 9、彰化縣歷年加油站售油量及車輛登記數趨勢	21
圖 10、彰化縣歷年工業製程部門溫室氣體排放量趨勢	22
圖 11、彰化縣歷年農業部門溫室氣體排放量趨勢	22
圖 12、彰化縣歷年廢棄物部門溫室氣體排放量趨勢	23
圖 13、彰化縣溫室氣體排放量線性迴歸分析	25
圖 14、彰化縣溫室氣體減量目標及 BAU 情境推估	27
圖 15、彰化縣溫室氣體盤查減碳量及執行方案減碳量比較	27

表 目 錄

頁 次

表 1、能源部門活動數據及排放係數來源.....	2
表 2、工業製程部門活動數據及排放係數來源.....	3
表 3、農業部門活動數據及排放係數來源.....	3
表 4、廢棄物部門活動數據及排放係數來源.....	4
表 5、林業及其他土地利用部門活動數據及排放係數來源.....	4
表 6、各部門排放源、排放範疇及溫室氣體種類.....	5
表 7、溫室氣體排放量 GWP 值換算.....	7
表 8、彰化縣歷年溫室氣體部門別排放量.....	8
表 9、彰化縣七大溫室氣體範疇一排放量分布.....	12
表 10、彰化縣歷年林地面積及溫室氣體匯.....	14
表 11、彰化縣各目標年度溫室氣體排放量目標與減量目標.....	24
表 12、彰化縣溫室氣體中長期排放量推估.....	26

壹、前言

氣候變遷已成為當前全球關注的重大議題，如何面對氣候變遷所帶來的衝擊是各地方政府的一大挑戰。為強化國內減碳法制，「溫室氣體減量及管理法」於 104 年 7 月 1 日經總統正式公布施行，後續修正為「氣候變遷因應法」，於 112 年 2 月 15 日經總統公布修正，並將 2050 淨零排放目標入法，以確立國家減碳政策方向，強化氣候行動規範。

為因應氣候變遷及落實 2050 淨零排放目標，彰化縣環境保護局於 112 年新成立氣候變遷因應科，負責推動相關政策規劃、調適行動方案、溫室氣體排放管理及低碳永續家園建置工作。此外，該科亦於 113 年度著手辦理「113 年彰化縣溫室氣體管理工作推動計畫」，以強化彰化縣在地減碳行動，推動縣內氣候變遷因應措施。

依本計畫工作規範規定，應製作彰化縣溫室氣體排放調查報告書，綜整並分析彰化縣溫室氣體排放量的組成、溫室氣體消長及原因，並進行中長期溫室氣體排放量推估，包含依現況發展趨勢推估情境（Business As Usual, BAU 情境）及措施減量成效。本報告將作為後續規劃氣候變遷減緩與調適執行方案之重要依據，以提升縣市層級減碳策略的可行性與有效性。

貳、溫室氣體排放量盤查說明

彰化縣溫室氣體排放量盤查作業主要係依據環境部（前環境保護署）106 年公告「縣市層級溫室氣體盤查計算指引」執行，由本計畫蒐集各部門活動數據及選用排放係數後，並參考該指引所列各排放源排放量量化公式，以排放係數法估算各部門溫室氣體排放量，以下說明各部門估算排放量所採用活動數據及排放係數來源：

一、能源部門

涵蓋轄區邊界內住宅、商業及機關設施、農林漁牧、工業及運輸（軌道、道路、航空、海運/水運及非道路運輸）等能源使用，排放源則來自電力消費（範疇二）及燃料使用（範疇一），活動數據及排放係數來源如表 1。

表 1、能源部門活動數據及排放係數來源

排放源		活動數據來源	排放係數來源
住商及農 林漁牧	電力	台灣電力公司「縣市用電資訊網站」	經濟部能源署公告電力排放係數
	燃料	經濟部能源署能源平衡表	環境部溫室氣體排放係數管理表 6.0.4 版
工業	電力	台灣電力公司「縣市用電資訊網站」	經濟部能源署公告電力排放係數
	燃料	1. 環境部事業溫室氣體排放量資訊平台 2. 環境部空污費暨排放量申報整合管理系統	1. 環境部事業溫室氣體排放量資訊平台 2. 環境部溫室氣體排放係數管理表 6.0.4 版
運輸	電力	1. 臺灣鐵路管理局 2. 臺灣高速鐵路股份有限公司	經濟部能源署公告電力排放係數
	燃料	1. 臺灣鐵路管理局 2. 臺灣高速鐵路股份有限公司 3. 經濟部能源署「各縣市汽車加油站汽油柴油銷售統計月資料」	環境部溫室氣體排放係數管理表 6.0.4 版

二、工業製程部門

涵蓋轄區邊界內工業製程活動及產品使用之非能源之原（物）料等排放源，活動數據及排放係數來源如表 2。

表 2、工業製程部門活動數據及排放係數來源

排放源	活動數據來源	排放係數來源
工業製程	1. 環境部事業溫室氣體排放量資訊平台 2. 環境部空污費暨排放量申報整合管理系統	1. 環境部事業溫室氣體排放量資訊平台 2. 環境部溫室氣體排放係數管理表 6.0.4 版

三、農業部門

涵蓋邊界內之農田及牲畜活動所產生之溫室氣體，活動數據及排放係數來源如表 3。

表 3、農業部門活動數據及排放係數來源

排放源		活動數據來源	排放係數來源
農業	農田	農業部農業統計年報	中華民國國家溫室氣體排放清冊報告
	牲畜和糞便管理	農業部農業統計年報	1. 中華民國國家溫室氣體排放清冊報告 2. 臺灣畜牧業溫室氣體排放與減量，許振忠，2008

四、廢棄物部門

涵蓋邊界內固體廢棄物處理、廢棄物焚化以及廢水處理所產生之溫室氣體，活動數據及排放係數來源如表 4。

表 4、廢棄物部門活動數據及排放係數來源

排放源		活動數據來源	排放係數來源
固體廢棄物	掩埋	環境部環境統計資訊網	IPCC 2006
	堆肥	環境部環境統計資訊網	IPCC 2006
廢棄物焚化		環境部環境統計資訊網	1. 環境部環境統計資訊網 2. IPCC 2000
廢水處理	生活污水	1. 內政部國土管理署下水道資訊入口網 2. 內政部戶政司全球資訊網人口統計資料 3. 農業部糧食供需年報	IPCC 2006
	事業廢水	1. 環境部事業溫室氣體排放量資訊平台 2. 環境部事業及污水下水道系統廢（污）水管 理系統	IPCC 2006

五、林業及其他土地利用

涵蓋邊界內林地及其他土地利用改變所造成溫室氣體匯變化，活動數據及排放係數來源如表 5。

表 5、林業及其他土地利用部門活動數據及排放係數來源

排放源	活動數據來源	排放係數來源
溫室氣體匯	農業部農業統計年報	中華民國國家溫室氣體排放清冊報告

依環境部（前環境保護署）於民國 104 年 7 月 1 日公告「氣候變遷因應法」中之 7 類溫室氣體為盤查範圍，包括二氧化碳（CO₂）、甲烷（CH₄）、氧化亞氮（N₂O）、氫氟碳化物（HFCs）、全氟碳化物（PFCs）、六氟化硫（SF₆）及三氟化氮（NF₃）。彰化縣溫室氣體排放量盤查主要係針對能源部門、工業製程部門、農業部門、林業及其他土地利用部門、廢棄物部門等五大部門進行估算，各類溫室氣體排放源如表 6。

表 6、各部門排放源、排放範疇及溫室氣體種類

部門別		排放源	可能產生溫室氣體種類							排放 範疇
			CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFCs	PFCs	SF ₆	NF ₃	
能源 部門	住商及農 林漁牧	電力	v							二
		燃料	v	v	v					一
	工業	電力	v							二
		燃料	v	v	v					一
	運輸	電力	v							二
		燃料	v	v	v					一
工業製程部門		製程	v	v	v	v	v	v	v	一
農業部門		農田		v						一
		牲畜及糞便管理		v	v					一
廢棄物部門		固體廢棄物		v	v					一
		廢棄物焚化	v							一
		廢水處理		v	v					一
林業及其他土地 利用部門		溫室氣體匯	v							—

參、歷年溫室氣體排放量彙整

為分析彰化縣溫室氣體排放量的組成、溫室氣體消長原因及中長期排放量推估，本計畫彙整了彰化縣近年來的溫室氣體排放數據。其中，101 年至 105 年之排放量數據參考 108 年公開之「彰化縣溫室氣體管制執行方案」，該方案依據環境保護署（現環境部）「縣市層級溫室氣體碳揭露服務平台」的統計資料，彙整各部門溫室氣體排放量及其各範疇排放源的統計範圍。然而，「縣市層級溫室氣體碳揭露服務平台」已於 107 年底關閉，導致無法取得其計算引用之詳細數據及係數來源。基於 106 年「彰化縣低碳永續家園運作體系與執行成效管考計畫」所揭示的排放量差異，以及 106 年「縣市層級溫室氣體盤查計算指引」建議之全球暖化潛勢（GWP）值採用 IPCC 第四次評估報告（IPCC AR4），可推測 108 年公開的「彰化縣溫室氣體管制執行方案」中，101 年至 105 年之溫室氣體排放數據係採用 IPCC AR4 計算二氧化碳當量排放量。

本計畫除依據工作規範盤查彰化縣 110 年及 111 年之溫室氣體排放量外，亦進一步執行 107 年至 109 年之排放量盤查計算作業，以提高彰化縣溫室氣體排放量趨勢分析的可信度。本計畫估算 107 年至 111 年彰化縣的溫室氣體排放量，係參考環境部（前環境保護署）於 106 年公告「縣市層級溫室氣體盤查計算指引」進行盤查。其中，110 年及 111 年之盤查作業已依計畫工作規範，委託立恩威國際驗證股份有限公司（DNV）執行第三方查驗，並於 114 年 2 月完成查驗作業，取得查證意見書。此外，由於本計畫在執行 110 年及 111 年彰化縣溫室氣體排放量盤查時，採用 IPCC 第五次評估報告（IPCC AR5）之全球暖化潛勢（GWP）值，為確保數據一致性，特將該兩年之排放量數據換算為 IPCC AR4 之 GWP 值，如表 7。而 107 年至 109 年之排放量盤查作業，則依循 110 年及 111 年之盤查準則執行，並同樣採用 IPCC AR4 之 GWP 值，以確保資料的一致性與可比性。

表 7、溫室氣體排放量 GWP 值換算

GWP 值		IPCC AR4		IPCC AR5	
CO ₂		1		1	
CH ₄		25		28/30*	
N ₂ O		298		265	
部門		110 年	111 年	110 年	111 年
能源部門	住商及農林漁牧	319.4243	314.8928	319.4221	314.8906
	工業	496.3494	467.0469	496.3084	467.0075
	運輸	191.9091	194.0065	191.5820	193.6757
工業製程部門		23.2759	24.0875	23.2587	24.0610
農業部門		38.5248	36.6088	42.1786	40.0179
廢棄物部門		23.2904	26.1016	25.2036	28.4131
總排放量		1,092.774	1,062.744	1,097.954	1,068.066

註：單位（萬公噸 CO₂e）

註*：甲烷排放源為化石燃料時，GWP 值為 30

肆、彰化縣溫室氣體排放量及組成

彙整 101 年至 111 年彰化縣五大部門溫室氣體排放量，包含能源部門（住商及農林漁牧、工業及運輸）、工業製程部門、農業部門、廢棄物部門及林業及其他土地利用部門，如表 8。其中林業及其他土地利用部門為林地年度二氧化碳貯存變化量（溫室氣體匯）不於總排放量中扣除。

表 8、彰化縣歷年溫室氣體部門別排放量

（單位：萬公噸 CO₂e）

部門/年度		101 年	102 年	103 年	104 年	105 年
能源部門	住商及農林漁牧	263.7352	263.599	280.3729	294.1926	300.2414
	工業	612.1139	563.35	554.2614	534.1788	558.3534
	運輸	183.2278	183.6274	185.0798	194.356	200.3749
工業製程部門		54.0004	14.8837	29.0314	24.6401	23.9904
農業部門		27.5979	29.1428	27.8875	28.6254	16.6501
廢棄物部門		23.4696	24.3327	26.7963	26.9934	29.4463
總排放量		1,164.145	1,078.936	1,103.429	1,102.986	1,129.057
部門/年度		107 年	108 年	109 年	110 年	111 年
能源部門	住商及農林漁牧	313.8072	302.793	306.2278	319.4243	314.8928
	工業	495.1296	474.5723	456.0855	496.3494	467.0469
	運輸	195.1709	199.5616	201.9442	191.9091	194.0065
工業製程部門		24.7072	22.9255	23.6241	23.2759	24.0875
農業部門		36.8195	37.4941	37.8512	38.5248	36.6088
廢棄物部門		23.3953	24.4482	24.7475	23.2904	26.1016
總排放量		1,089.030	1,061.795	1,050.480	1,092.774	1,062.744

註：全球暖化潛勢（GWP）依 IPCC AR4 計算

註：106 年由於缺乏相關統計資料，故無計算排放量，後續持續滾動式修正

彰化縣 101 年至 111 年溫室氣體總排放量介於 1,000 萬公噸 CO₂e 至 1,200 萬公噸 CO₂e，整體而言，彰化縣溫室氣體排放量有逐年下降之趨勢，最高排放量為 101 年 1,164.145 萬公噸 CO₂e；最低排放量則為 109 年 1,037.282 萬公噸 CO₂e。根據 2024 年中華民國國家溫室氣體排放清冊報告，我國 101 年至 111 年總溫室氣體排放量介於 28,526.7 萬公噸 CO₂e(109 年)

至 29,950.4 萬公噸 CO₂e (106 年)，彰化縣溫室氣體排放量占全國 3.62%至 4.04%。

一、部門別

彰化縣溫室氣體排放量範疇別占比如圖 1，彰化縣以工業能源使用所占溫室氣體排放量最高，101 年至 111 年介於 456.0855 萬公噸 CO₂e 至 612.1139 萬公噸 CO₂e，約占總量 43.42%至 52.58%；其次為住商及農林漁牧，介於 263.5990 萬公噸 CO₂e 至 319.4243 萬公噸 CO₂e，約占總量 22.65%至 29.63%；第三為運輸能源，介於 183.2278 萬公噸 CO₂e 至 201.9442 萬公噸 CO₂e，約占總量 15.74%至 19.22%。整體而言，能源部門（含住商及農林漁牧、工業及運輸）溫室氣體排放量即占彰化縣總排放量高達九成以上。

另外工業製程、廢棄物及農業溫室氣體排放量則相對較低，占總排放量不達 10%，工業製程部門介於 14.8837 萬公噸 CO₂e 至 54.0004 萬公噸 CO₂e，約占年度總量 1.38%至 4.64%；農業部門介於 16.6501 萬公噸 CO₂e 至 38.5248 萬公噸 CO₂e，約占年度總量 1.47%至 3.60%；廢棄物部門介於 23.2904 萬公噸 CO₂e 至 29.4463 萬公噸 CO₂e，約占年度總量 2.02%至 2.61%。整體而言，彰化縣溫室氣體部門別排放量組成與中華民國國家溫室氣體排放清冊報告一致，主要溫室氣體排放量均來自於能源部門。

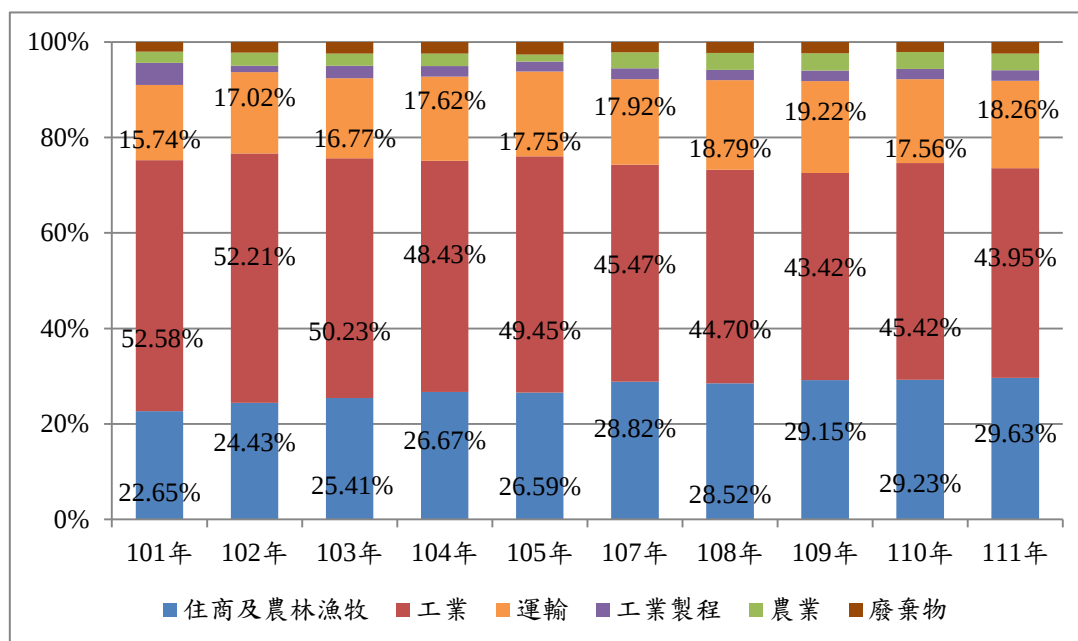


圖 1、彰化縣歷年溫室氣體部門別占比

二、範疇別

彰化縣溫室氣體排放量範疇別占比如圖 2，由於缺乏 101 年至 105 年彰化縣溫室氣體範疇別排放量，故僅呈現彰化縣 107 年至 111 年溫室氣體範疇別排放量，且由於彰化縣轄內無商業港及航空站，故無其他間接排放（範疇三）。

間接排放之範疇二係彰化縣溫室氣體排放主要來源，107 年至 111 年範疇二溫室氣體排放量介於 583.2164 萬公噸 CO₂e 至 627.6520 萬公噸 CO₂e，約占年度總量 55.24%至 57.44%；107 年至 111 年直接排放之範疇一則介於 465.1219 萬公噸 CO₂e 至 477.7413 萬公噸 CO₂e，約占年度總量 42.56%至 44.76%。

根據上述溫室氣體範疇別排放量組成可知，電力使用之間接排放（範疇二）係彰化縣溫室氣體排放主要來源，亦指節電對於彰化縣溫室氣體減量工作占有主要影響力。其中更以工業能源部門之範疇二占比最高，根據 111 年溫室氣體排放盤查結果，能源部門之工業電力使用排放量占彰化縣總排放量達 29.20%，住宅與商業及機關設施則分別占 12.15%及 11.27%。直接排放之範疇一則是以能源部門之道路運輸（汽油及柴油）及工業燃料使用為主，111 年分別占 17.19%及 14.23%。

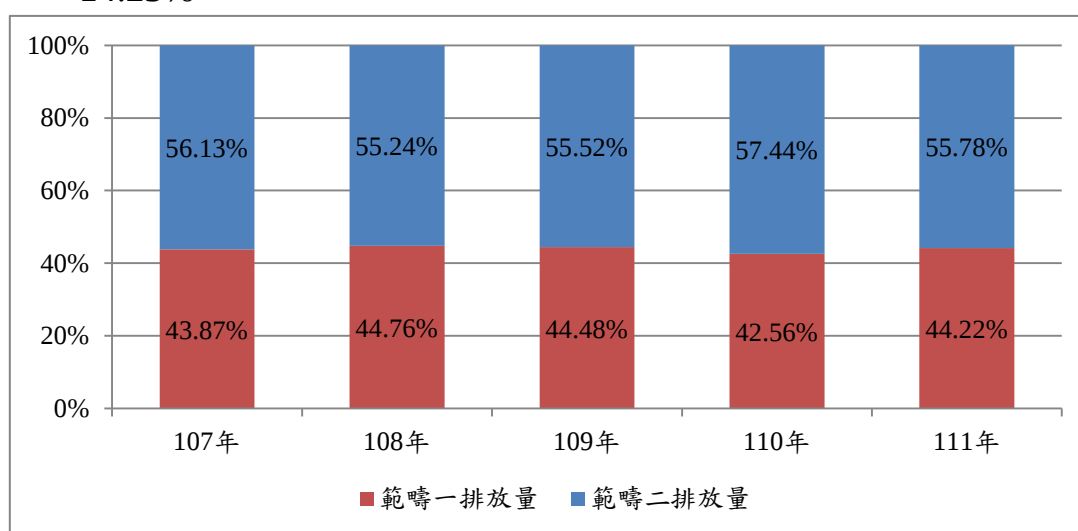


圖 2、彰化縣歷年溫室氣體範疇別占比

三、溫室氣體別

彰化縣 110 年及 111 年七大溫室氣體排放量如表 9。由於間接排放之範疇二係以電力排放係數（kgCO₂e/度）計算，無法觀察其排放溫室氣體類別，故僅探討直接排放之範疇一。

二氧化碳係直接排放之範疇一的主要溫室氣體，110 年及 111 年排放量分別為 398.1337 萬公噸 CO₂e 及 401.4957 萬公噸 CO₂e，分別約占範疇一總量 85.6%及 85.44%，其主要來源為燃料燃燒及廢棄物焚化；其次為甲烷，排放量分別為 54.0922 萬公噸 CO₂e 及 55.4485 萬公噸 CO₂e，分別約占範疇一總量 11.63%及 11.80%，其主要來源為農田、牲畜及糞便管理、堆肥處理及污水處理；第三則為氧化亞氮，排放量分別為 12.5220 萬公噸 CO₂e 及 12.6333 萬公噸 CO₂e，均約占範疇一總量 2.69%，其主要來源為道路運輸汽柴油使用、牲畜糞便管理及生活污水。

由於彰化縣轄區內無半導體產業，故全氟化物（PFCs）、六氟化硫（SF₆）及三氟化氮（NF₃）無排放源或排放量較低，而氫氟碳化物（HFCs）主要來源則為冷媒逸散產生，其統計資料主要來自於依法盤查登錄及自願登錄事業溫室氣體排放量資訊平台之事業。

表 9、彰化縣七大溫室氣體範疇一排放量分布

溫室氣體		110 年		111 年	
類別	GWP 值	排放量 (萬公噸 CO ₂ e)	占比 (%)	排放量 (萬公噸 CO ₂ e)	占比 (%)
CO ₂	1	398.1337	85.60	401.4957	85.44
CH ₄	25	54.0922	11.63	55.4485	11.80
N ₂ O	298	12.5220	2.69	12.6333	2.69
HFCs	12-14,800	0.3018	0.06	0.3076	0.07
PFCs	7,390-12,200	-	0.00	0.0180	0.00
SF ₆	22,800	0.0723	0.02	0.0036	0.00
NF ₃	17,200	-	0.00	-	0.00
範疇一排放量		465.1219	100.00	469.9068	100.0

註：七大溫室氣體經 IPCC AR4 換算二氧化碳當量（CO₂e）

四、溫室氣體匯

彰化縣林地面積及溫室氣體匯量統計如表 10，彰化縣林地溫室氣體匯量自 101 年至 111 年，從 3.7322 萬公噸 CO₂e 提升至 9.7246 萬公噸 CO₂e。觀察 101 年至 111 年林地面積，自 103 年及 104 年林地面積差異，係因 103 年前林地面積係根據民國 73 年至 82 年間航空測量結果，104 年以後則根據 98 年至 103 年間航空測量結果。

惟自 104 年起彰化縣林地面積即無變化，但 104 年至 105 年及 107 年至 111 年溫室氣體匯量計算結果卻分別為 6.4303 萬公噸 CO₂e 及 9.7246 萬公噸 CO₂e。由於無法取得 101 年至 105 年期間的詳細計算參數，推測林地溫室氣體匯量年度差異原因係由於當年度竹林年生長量缺乏老熟竹林分溫室氣體匯之研究數據，導致竹類生長量可能被高估，故計算竹林溫室氣體匯採用中華民國國家溫室氣體排放清冊報告木竹混淆林的轉換係數及年生長量，並未採用竹林的轉換係數及年生長量。

本年度由本計畫估算 107 年至 111 年林地溫室氣體匯，其中竹林溫室氣體匯依第三方查驗機構建議採用竹林轉換係數及年生長量，淨溫室氣體排放量係總溫室氣體排放量扣除林業及其他土地利用部門（即溫室氣體匯），彰化縣淨溫室氣體排放量 101 年至 111 年仍維持 1,000 萬公噸 CO₂e 以上。

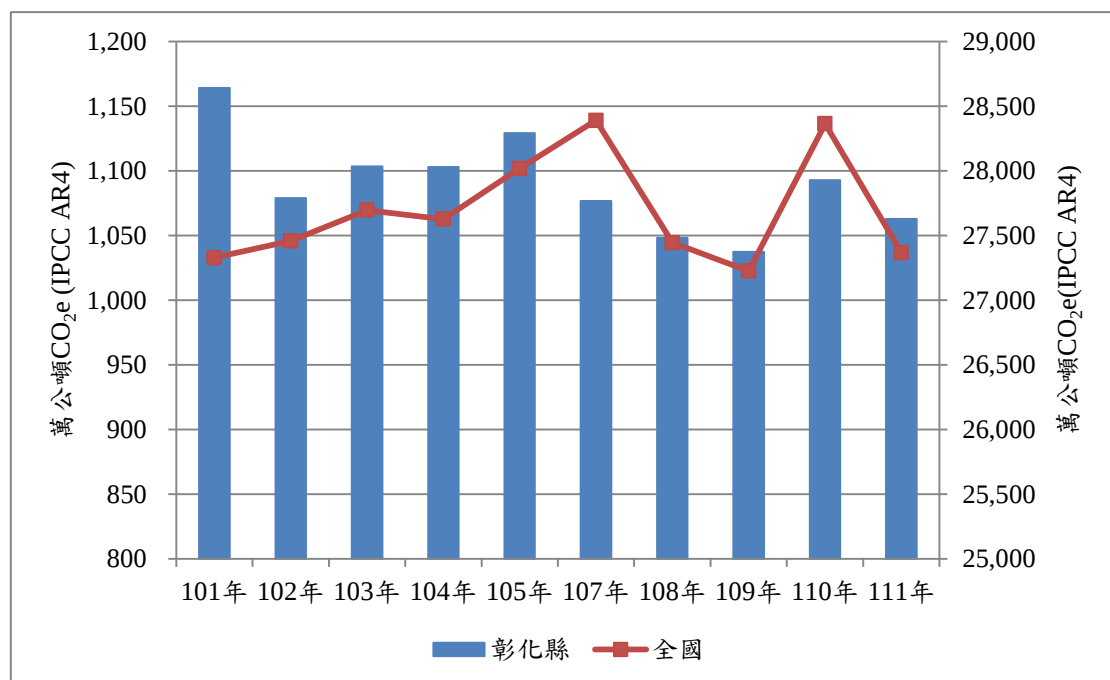
表 10、彰化縣歷年林地面積及溫室氣體匯

年度	林地面積				溫室氣體匯 (萬公噸 CO ₂ e)	淨溫室氣體 排放量 (萬公噸 CO ₂ e)
	針葉樹 (公頃)	闊針葉混 淆林 (公頃)	闊葉樹 (公頃)	竹林 (公頃)		
101 年	3.0	-	4,757.0	1,171.0	3.7322	1,160.4126
102 年	3.0	-	4,757.0	1,171.0	3.7322	1,075.2038
103 年	3.26	-	4,756.65	1,170.9	3.7322	1,099.6968
104 年	30.75	0.08	8,947.90	1,125.42	6.4303	1,096.5557
105 年	30.75	0.08	8,947.90	1,125.42	6.4303	1,122.6267
107 年	30.75	0.08	8,947.90	1,125.42	9.7246	1,079.3054
108 年	30.75	0.08	8,947.90	1,125.42	9.7246	1,052.0704
109 年	30.75	0.08	8,947.90	1,125.42	9.7246	1,040.7554
110 年	30.75	0.08	8,947.90	1,125.42	9.7246	1,083.0494
111 年	30.75	0.08	8,947.90	1,125.42	9.7246	1,053.0194

資料來源：農業部農業統計年報

伍、溫室氣體消長原因

本計畫分析彰化縣 101 年至 111 年溫室氣體排放量趨勢，如圖 3。101 年排放量為歷年最高（1,164.145 萬公噸 CO₂e），隔年（102 年）排放量下降 85 萬公噸 CO₂e，其主要差異為工業能源部門及工業製程部門，推測 102 年相較於 101 年排放量降低 85 萬公噸 CO₂e 係因 102 年「溫室氣體排放量申報管理辦法」正式施行，溫室氣體排放量盤查計算於 102 年部分採用國家溫室氣體登錄平台資料，統計資料的差異進而造成排放量差異。而後溫室氣體排放量持續上升至 105 年，為歷年次高（1,129.057 萬公噸 CO₂e），自 105 年起，溫室氣體排放量持續下降至 109 年，為歷年最低（1,037.282 萬公噸 CO₂e）。惟 110 年溫室氣體排放量相較於 109 年有上升 55.5 萬公噸 CO₂e，其中以住商及農林漁牧能源部門及工業能源部門為主，此結果與中華民國國家溫室氣體排放清冊報告一致，於 110 年相較於 109 年溫室氣體排放量均有上升趨勢，推測係因 110 年後新冠疫情趨緩，各項經濟活動逐漸復甦，工業生產、能源需求等領域活動回升，導致溫室氣體排放量增長。



資料來源：中華民國國家溫室氣體排放清冊報告

圖 3、彰化縣歷年溫室氣體總排放量趨勢

為進一步探討彰化縣溫室氣體排放趨勢，以下針對各部門排放量消長情形說明及探討其原因：

一、能源部門

住商及農林漁牧能源部門方面，整體而言溫室氣體排放量有逐年升高趨勢，如圖 4。由 101 年 263.7352 萬公噸 CO₂e 至 111 年 314.8928 萬公噸 CO₂e，10 年間增加了 51.1576 萬公噸 CO₂e，其中 108 年範疇二排放量較低原因係因電力排放係數自 0.533 公斤 CO₂e/度下降至 0.509 公斤 CO₂e/度，惟人均溫室氣體排放量自 2.03 公噸 CO₂e/人上升至 2.53 公噸 CO₂e/人。

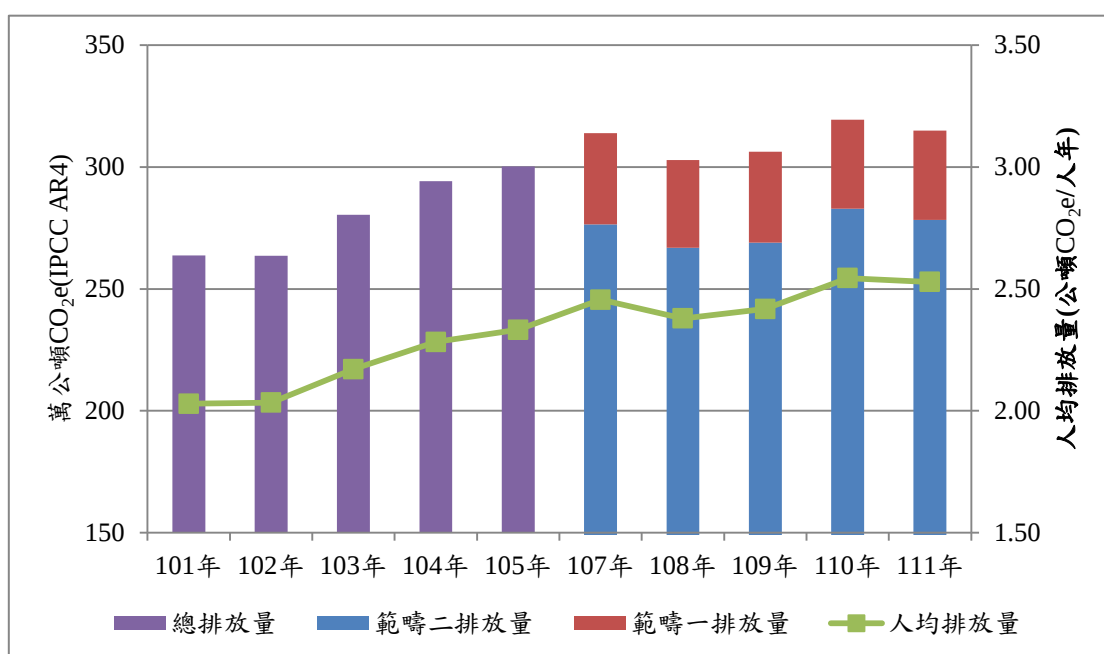
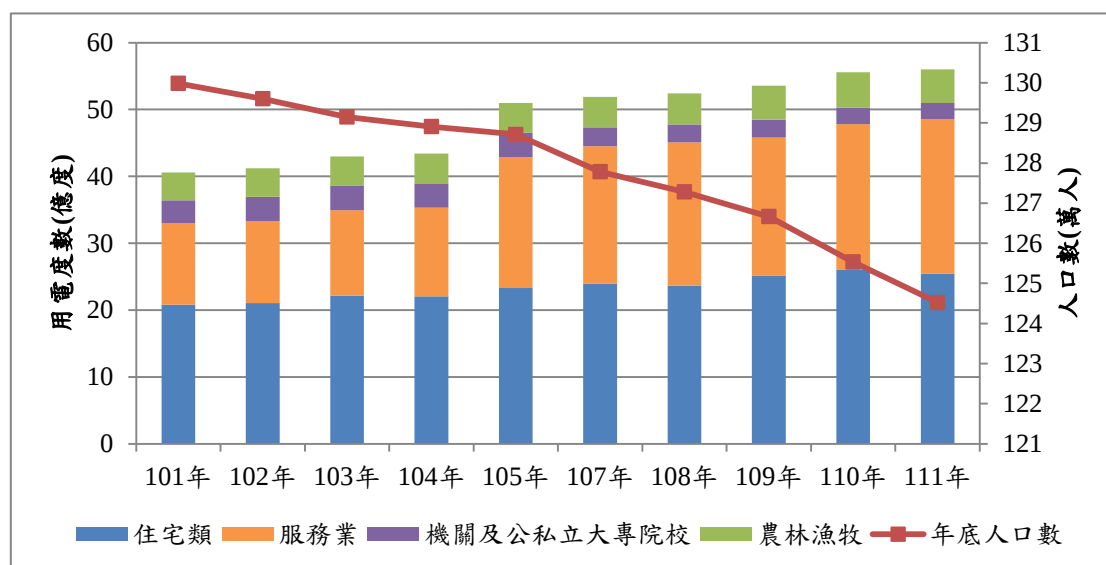


圖 4、彰化縣歷年住商及農林漁牧能源部門溫室氣體排放量趨勢

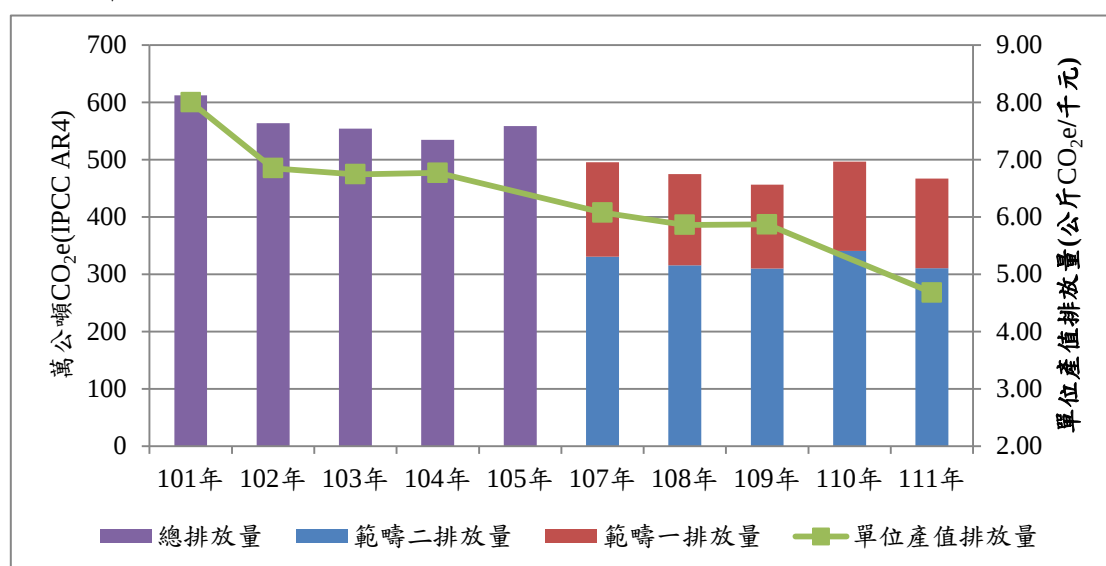
觀察彰化縣近年人口數及用電量趨勢，如圖 5，彰化縣受少子化及人口外移之影響，彰化縣人口數逐年減少，由 101 年 129.9868 萬人減少至 111 年 124.5239 萬人，共減少 5.4629 萬人，但總用電量自 101 年 40.586 億度上升至 111 年 56.032 億度，共增加 15.446 億度。推測彰化縣人口減少，但整體用電量仍逐年上升原因係由於經濟發展及民眾生活水平提升，服務業及旅遊業等產業蓬勃發展，以及科技發展改變民眾用電習慣。



資料來源：台灣電力公司縣市用電資訊

圖 5、彰化縣歷年住商及農林漁牧用電量及人口趨勢

工業能源部門方面，工業能源溫室氣體排放量有逐年下降趨勢，如圖 6。由 101 年 612.1139 萬公噸 CO₂e 至 111 年 467.0469 萬公噸 CO₂e，10 年間下降了 145.067 萬公噸 CO₂e，參考行政院主計處縣市重要統計指標工廠營業收入統計，換算單位產值溫室氣體排放量結果顯示，單位產值溫室氣體排放量自 8.0 公斤 CO₂e/千元降低至 4.68 公斤 CO₂e/千元。

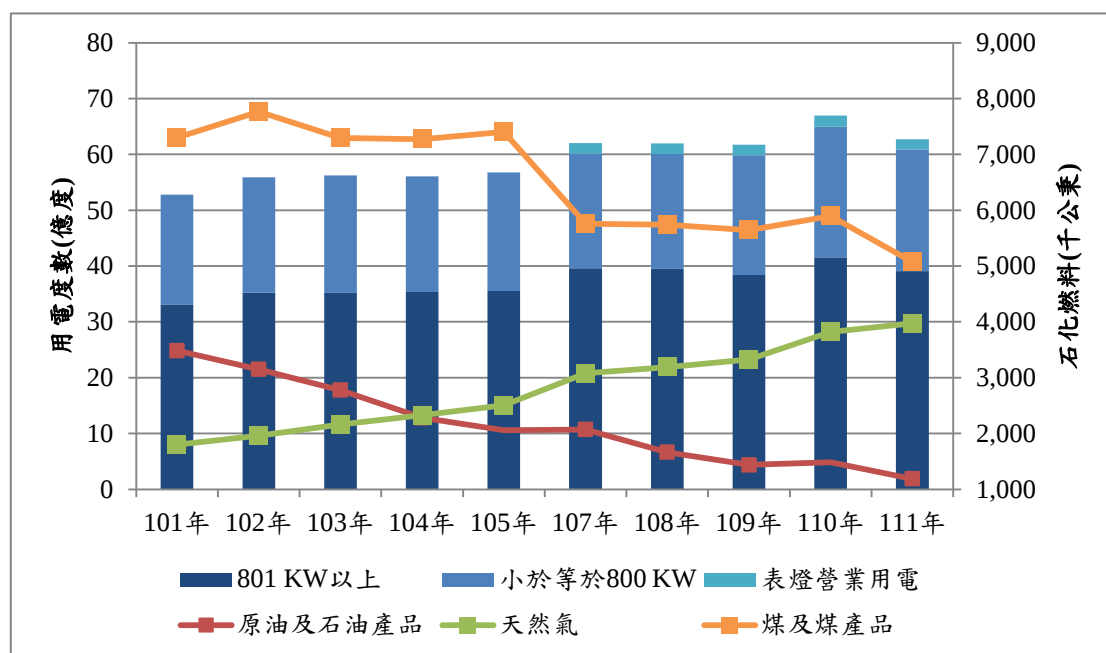


資料來源：行政院主計處縣市重要統計指標

圖 6、彰化縣歷年工業能源部門溫室氣體排放量趨勢

觀察彰化縣近年工業用電量及石化燃料使用趨勢，如圖 7。彰化縣工業部門總用電量自 101 年 52.79 億度上升至 111 年 62.70 億度，共增加 9.91 億度，並根據經濟部能源平衡表全國石化燃料於工業部門年度使用量趨勢，原油及石油產品、煤及煤產品皆有逐年下降趨勢，天然氣使用量則逐年上升。綜合上述結果推測，工業能源部門溫室氣體排放量逐年下降係因燃料原油及煤逐漸被溫室氣體排放量較少且空氣污染較低之天然氣取代，或以電力取代燃料使用等。伴隨工業產值的上升，工業能源部門溫室氣體排放量並未隨之上升，透過中央及地方政府相關節電及能源轉型政策，彰化縣工業能源部門排放量展現減量成效。

相關節電及能源轉型政策，如 103 年公布「能源用戶訂定節約能源目標及執行計畫規定」，規定契約用電容量超過八百瓩之能源用戶於 104 年至 113 年平均年節電量應達百分之一以上，以及彰化縣政府公布「彰化縣鍋爐製程空氣污染物排放標準」，公告實施加嚴鍋爐排放標準，且彰化縣政府向經濟部申請「工業鍋爐改善補助計畫」，自 107 年起彰化縣內領有工廠登記證之事業可向彰化縣政府申請工業鍋爐設備更新或汰換補助等相關政策。



資料來源：台灣電力公司縣市用電資訊、經濟部能源平衡表

圖 7、彰化縣歷年工業用電量及石化燃料使用量趨勢

運輸能源部門方面，整體而言溫室氣體排放量有逐年升高趨勢，如圖 8。由 101 年 183.2278 萬公噸 CO₂e 至 111 年 194.0065 萬公噸 CO₂e，10 年間增加了 10.7787 萬公噸 CO₂e，109 年最高來到 201.9442 萬公噸 CO₂e，人均溫室氣體排放量也自 1.41 公噸 CO₂e/人上升至 1.56 公噸 CO₂e/人。其中 104 年相較於 103 年排放量較高 9.3 萬公噸 CO₂e，係因台灣高鐵彰化站於 104 年啟用，並開始納入溫室氣體排放量計算。

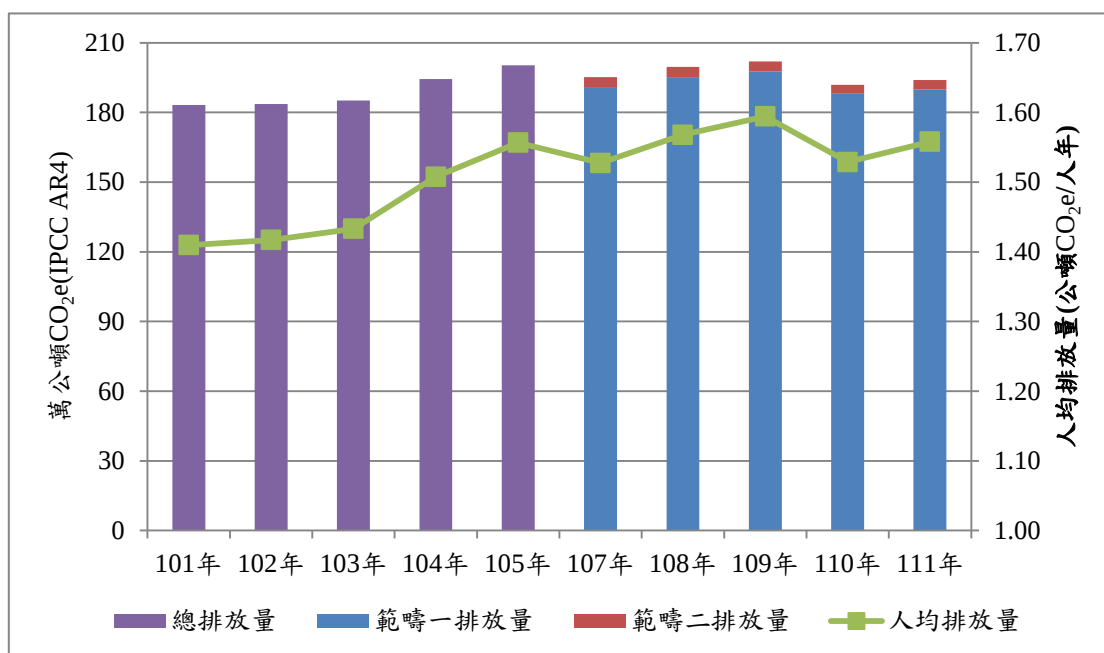
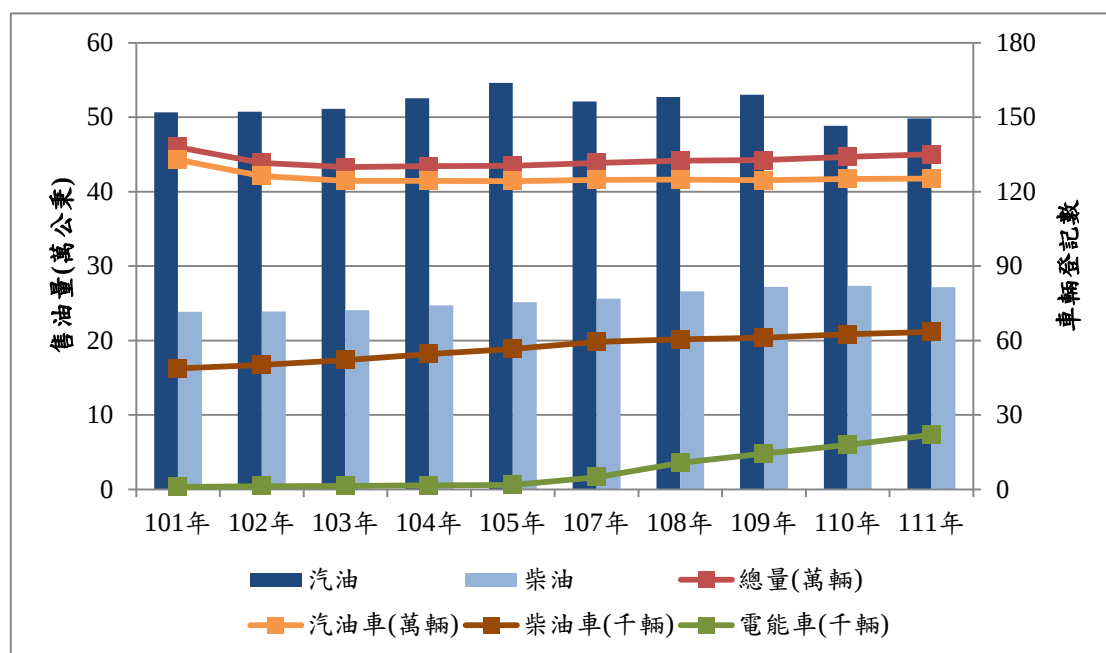


圖 8、彰化縣歷年運輸能源部門溫室氣體排放量趨勢

運輸能源部門主要排放量來源為道路運輸汽柴油使用，觀察彰化縣近年汽柴油使用量及汽機車數量趨勢，如圖 9。根據交通部公路局統計查詢網車輛登記數統計結果，車輛登記總量，包含大客車、大貨車、小客車、小貨車、機車及特種車，自 102 年後有逐年上升趨勢，惟 102 年相較於 101 年降低 6.3 萬輛，係因 102 年 8 月起實施逾 10 年老舊機車切結報廢，總車輛登記數銳減。柴油使用量與柴油車登記數有正相關，惟汽油售油量與汽油車輛登記數無正相關，反而與油價有相關，如 105 年及 109 年為油價歷史低點，汽油則於此二年度有相對較高售油量。

自 105 年起，電能車輛登記數有逐年增長趨勢，惟溫室氣體排放量及油車未因此減少。由於電能車用電量並未於此部門計算，電能車充電站多於住家或停車場，故電能車用電排放量應涵蓋於住商及農林漁牧能源部門。



資料來源：交通部公路局統計查詢網、經濟部能源署各縣市汽車加油站汽柴油銷售統計月資料

圖 9、彰化縣歷年加油站售油量及車輛登記數趨勢

二、工業製程部門

工業製程方面，整體而言溫室氣體排放量無逐年上升或下降之趨勢，如圖 10。自 103 年至 111 年工業製程溫室氣體排放量介於 22.9255 萬公噸 CO₂e 至 29.0314 萬公噸 CO₂e。惟 102 年相較於 101 年排放量下降 39.1 萬公噸 CO₂e，因 101 年工業製程部門排放量係依事業申報產品量進行估算導致排放量有高估情形，而 102 年施行「溫室氣體排放量申報管理辦法」後，溫室氣體排放量盤查計算則採用溫室氣體登錄平台資料及部分申報產品量估算，直至 105 年「溫室氣體排放量盤查登錄管理辦法」正式公告後，自 104 年起工業製程排放量皆依事業溫室氣體排放量資訊平台事業登錄排放量資料為主。

彰化縣以中小企業為主，且較少礦業、化學工業、金屬工業及電子業此四大製程中會排放溫室氣體之行業，彰化縣工業製程主要排放來源為台灣玻璃工業股份有限公司鹿港平板廠、台灣鋼聯股份有限公司及慶欣欣鋼鐵股份有限公司等玻璃製造業及鋼鐵業等。

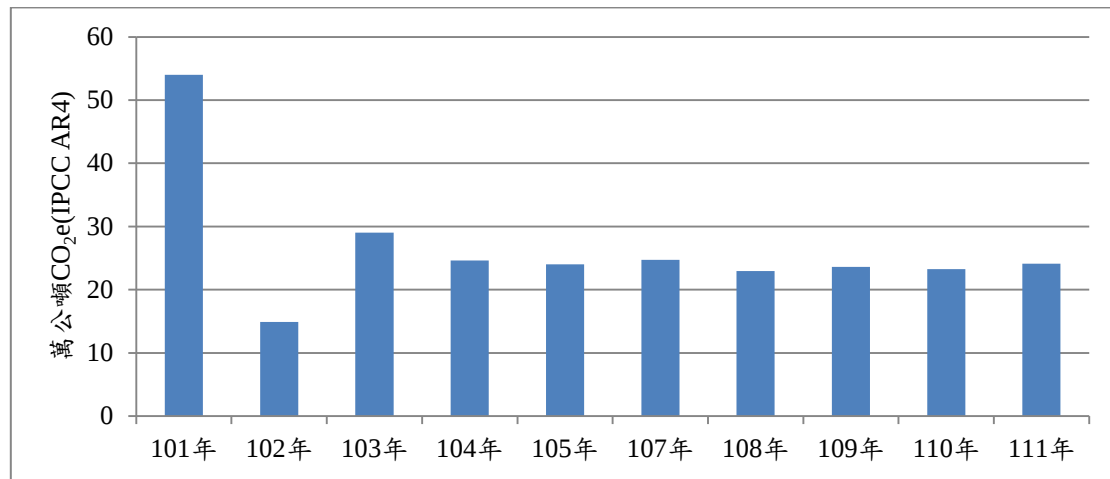


圖 10、彰化縣歷年工業製程部門溫室氣體排放量趨勢

三、農業部門

農業部門方面，整體而言溫室氣體排放量無逐年上升或下降之趨勢，如圖 11。每年水稻收穫量及畜牧業飼養禽畜頭數受市場、天候、天災、流行疫病等原因有所變化，如 105 年受梅姬颱風強風豪雨影響，彰化縣二期水稻及雞、鴨、豬等禽畜收成皆受影響，導致 105 年農業部門排放量相較於 104 年降低 11 萬公噸 CO₂e。而 107 年至 111 年相較於 101 年至 104 年相對較高的原因，推測係因 101 年至 104 年估算豬糞尿處理排放量甲烷係數採用中華民國國家溫室氣體排放清冊報告本土值 0.768 公斤/頭/年，而由本計畫估算則採用中華民國國家溫室氣體排放清冊報告中 IPCC 建議係數 5 公斤/頭/年。

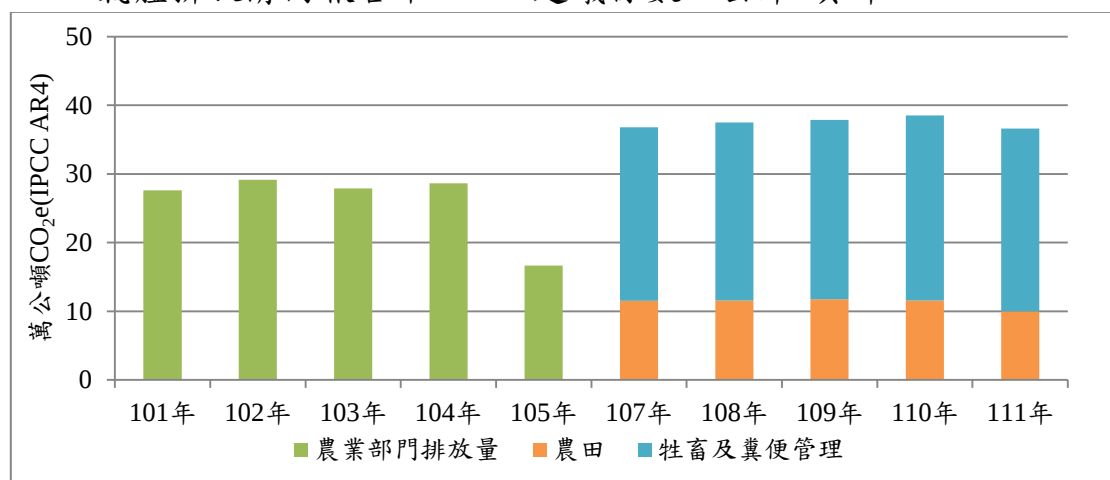


圖 11、彰化縣歷年農業部門溫室氣體排放量趨勢

四、廢棄物部門

廢棄物部門方面，整體而言溫室氣體排放量無逐年上升或下降之趨勢，如圖 12。惟 107 年至 111 年相較於 101 年至 105 年溫室氣體平均排放量降低 1.8 萬公噸 CO₂e，推測係因彰化縣內垃圾掩埋場於 104 年停用，故後續盤查無估算掩埋處理量。其中事業廢水厭氧處理產生甲烷排放量估算係依事業定期申報廢水水量及化學需氧量（COD）計算，由於事業廢水水量及水質可能因製程變更、產量波動及採樣時間點等因素，導致事業廢水厭氧處理產生甲烷排放量的計算結果可能有高估或低估的情形，推測此為事業廢水溫室氣體排放量變動相對較大的原因之一。

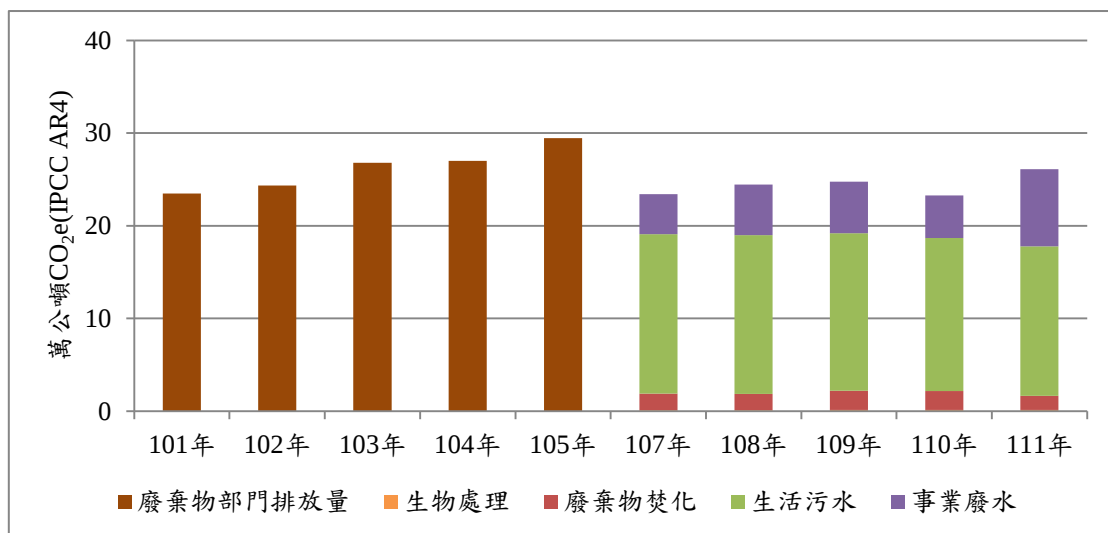


圖 12、彰化縣歷年農業部門溫室氣體排放量趨勢

陸、中長期溫室氣體排放量推估

環境部（前環境保護署）「溫室氣體減量行動方案」，採用民國 94 年為基準年，民國 109 年、114 年及 119 年的排放目標，應較基準年分別減量 2%、10%及 20%為原則。

彰化縣溫室氣體管制執行方案依據同一原則制定本縣溫室氣體排放量目標。以民國 102 年為基準年，民國 109 年、114 年及 119 年溫室氣體淨排放量目標分別為 1053.6992 萬公噸 CO₂e、967.6830 萬公噸 CO₂e 及 860.1626 萬公噸 CO₂e，如表 11，依據由本計畫估算民國 109 年溫室氣體淨排放量為 1,040.7554 萬公噸 CO₂e，已完成階段性目標。

表 11、彰化縣各目標年度溫室氣體排放量目標與減量目標

年度	淨溫室氣體排放量目標	溫室氣體減量目標
102	1075.20	—
105	1122.63	—
109	1053.70	21.50
114	967.68	107.52
119	860.16	215.04

註：單位（萬噸 CO₂e）

註：102 年為基準年

註：淨排放量為扣除林業溫室氣體匯之排放總量

本計畫以依現況發展趨勢推估情境（BAU 情境）推估彰化縣中長期溫室氣體排放量，短期設定為 2030 年（民國 119 年），我國依據「巴黎協定」於 2022 年更新「國家自定貢獻」（Nationally Determined Contributions, NDCs），我國淨排放量目標為以 2005 年為基準年，2030 年應減少 23-25%；長期依淨零排放目標設定為 2050 年（民國 139 年）；中期則擇中設定為 2040 年（民國 129 年）。

BAU 情境係假設未來不採取額外政策或措施干預的情況下，基於當前的經濟、技術、人口、能源消耗與政策狀況，推估未來溫室氣體排放量或其他環境指標的變化趨勢，即為「無政策情境」。本計畫將溫室氣體排放部門分為兩大類，第一類為工業部門，即為工業能源部門及工業製程部門；

第二類則為非工業部門，係指除工業部門外的其它部門，包含住商及農林漁牧能源部門、運輸能源部門、農業部門及廢棄物部門。

101 年至 111 年彰化縣非工業部門及工業部門溫室氣體排放量總和，並以線性迴歸分析，如圖 13。依線性迴歸分析結果，非工業部門溫室氣體排放量逐年上升，判定係數 (R^2) 為 0.875；工業部門溫室氣體排放量則逐年下降，判定係數 (R^2) 為 0.795。依據線性迴歸方程式，計算中長期兩大類溫室氣體推估排放量及總推估排放量，如表 12，由於工業部門排放量下降幅度較大，總溫室氣體推估排放量呈現逐年下降趨，短期至 2030 年（民國 119 年）溫室氣體排放量下降至 1,006.89 萬公噸 CO_2e ，中期至 2040 年（民國 129 年）下降至 940.27 萬公噸 CO_2e ，長期至 2050 年（民國 139 年）則下降至 873.64 萬公噸 CO_2e 。

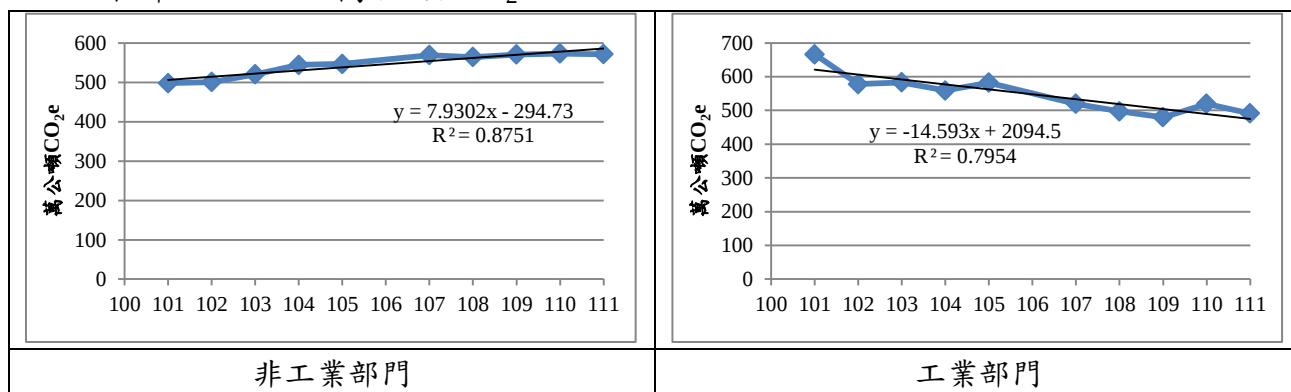
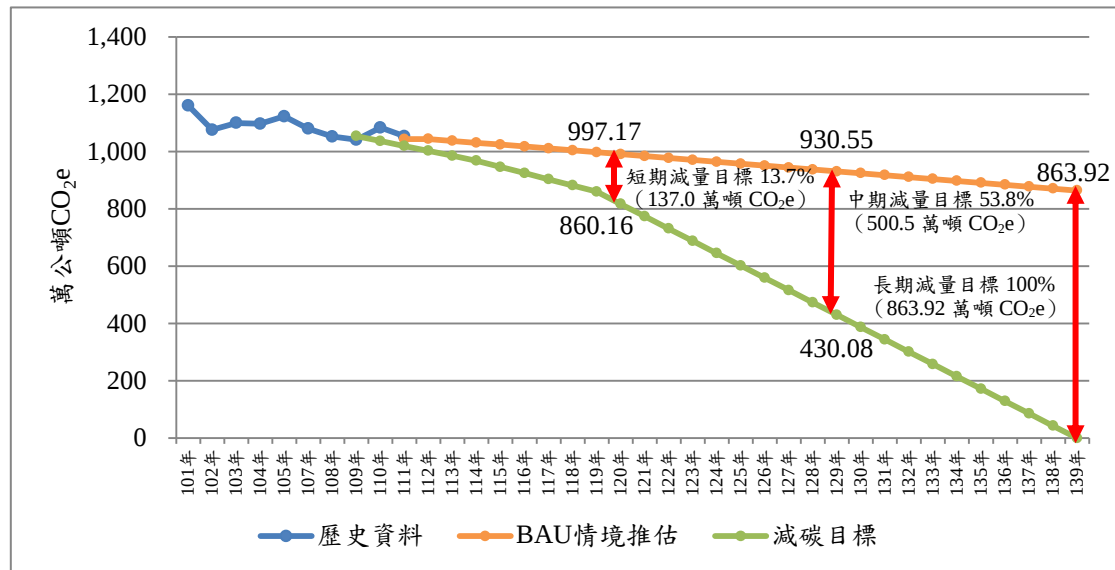


圖 13、彰化縣溫室氣體排放量線性迴歸分析

表 12、彰化縣溫室氣體中長期排放量推估

項目	短期推估排放量（萬噸 CO ₂ e）									
年份 （民國）	112 年	113 年	114 年	115 年	116 年	117 年	118 年	119 年		
非工業部門	593.45	601.38	609.31	617.24	625.17	633.10	641.03	648.96		
工業部門	460.08	445.49	430.90	416.31	401.71	387.12	372.53	357.93		
總排放量	1053.53	1046.87	1040.21	1033.55	1026.88	1020.22	1013.56	1006.89		
項目	中期推估排放量（萬噸 CO ₂ e）									
年份 （民國）	120 年	121 年	122 年	123 年	124 年	125 年	126 年	127 年	128 年	129 年
非工業部門	656.89	664.82	672.75	680.68	688.61	696.55	704.48	712.41	720.34	728.27
工業部門	343.34	328.75	314.15	299.56	284.97	270.38	255.78	241.19	226.60	212.00
總排放量	1000.23	993.57	986.9	980.24	973.58	966.93	960.26	953.6	946.94	940.27
項目	長期推估排放量（萬噸 CO ₂ e）									
年份 （民國）	130 年	131 年	132 年	133 年	134 年	135 年	136 年	137 年	138 年	139 年
非工業部門	736.20	744.13	752.06	759.99	767.92	775.85	783.78	791.71	799.64	807.57
工業部門	197.41	182.82	168.22	153.63	139.04	124.45	109.85	95.26	80.67	66.07
總排放量	933.61	926.95	920.28	913.62	906.96	900.3	893.63	886.97	880.31	873.64

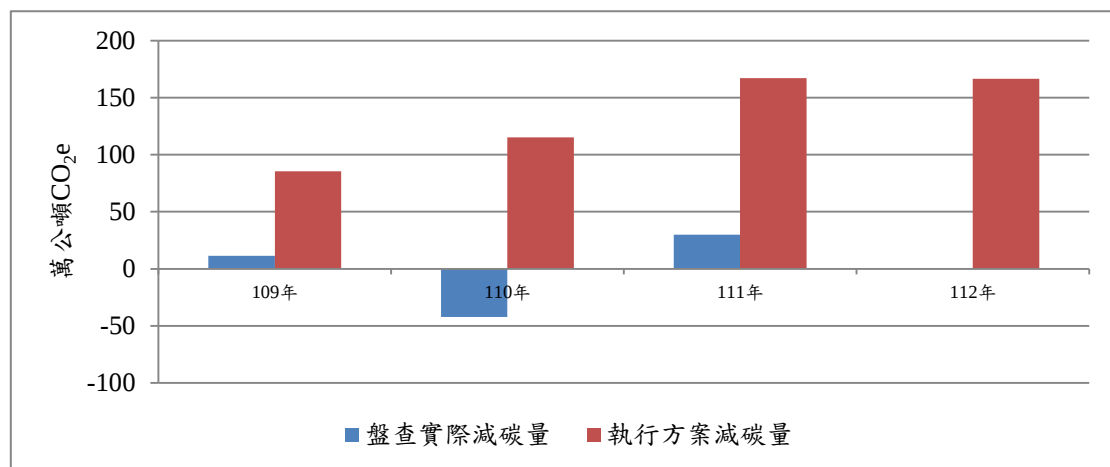
本計畫將 BAU 情境推估溫室氣體排放量扣除林業溫室氣體匯 (以 9.7246 萬公噸 CO₂e 計算) 換算溫室氣體淨排放量, 並與彰化縣溫室氣體管制執行方案至 2030 年 (民國 119 年) 減量目標及 2050 淨零排放目標比較, 如圖 14。根據排放量推估及減量目標結果, 短期減量目標至 2030 年 (民國 119 年) 相對於 BAU 情境推估排放量差 13.7%, 應減量 137 萬噸 CO₂e; 中期減量目標至 2040 年 (民國 129 年) 相對於 BAU 情境推估排放量差 53.8%, 應減量 500.5 萬噸 CO₂e; 長期短期減量目標至 2050 年 (民國 139 年) 則應將 BAU 情境推估排放量 863.92 萬噸 CO₂e 完全減量, 亦能達成彰化縣淨零排放。



註：年度減量目標應依實際溫室氣體排放量盤查結果滾動式調整

圖 14、彰化縣溫室氣體減量目標及 BAU 情境推估

根據彰化縣溫室氣體排放量盤查結果計算減碳量及溫室氣體管制執行方案減碳量比較，如圖 15。彰化縣 109 年、110 年、111 年及 112 年年度執行方案溫室氣體減量達 85.44 萬公噸 CO₂e（以 108 年電力排放係數 0.509 公斤 CO₂e/度估算）、115.22 萬公噸 CO₂e（以 109 年電力排放係數 0.502 公斤 CO₂e/度估算）、167.02 萬公噸 CO₂e（以 110 年電力排放係數 0.509 公斤 CO₂e/度估算）及 166.44 萬公噸 CO₂e（以 111 年電力排放係數 0.495 公斤 CO₂e/度估算），然 109 年至 111 年的溫室氣體排放量盤查結果未顯示相對應的減碳量。



註：盤查年度 112 年度尚未執行盤查作業

圖 15、彰化縣溫室氣體盤查減碳量及執行方案減碳量比較

根據上述結果，推測溫室氣體減量執行方案減量成果未能反應在縣市層級溫室氣體盤查結果原因有三。其一為溫室氣體管制執行方案減量成果多為再生能源貢獻減碳量，109 年至 111 年再生能源發電量分別為 13 億 2,597 萬度、19 億 41 萬度及 26 億 273 萬度，減碳量分別為 67 萬 4,425 公噸 CO₂e、102.93 萬公噸 CO₂e 及 139.25 萬公噸 CO₂e，分別占總減碳量 78.9%、89.3%及 83.4%，若彰化縣再生能源非自發自用，而係與台電併網供電，惟由於我國發電目前仍以化石燃料為主，彰化縣再生能源降低電力排放係數貢獻短期內較無法貢獻成效；其二為住商部門溫室氣體減量執行方案節電量雖有良好成效，但由於整體住商部門用電量仍有逐年上升趨勢，導致節電成效被部分抵銷；其三為部分減量執行方案成果無法直接反應縣市層級溫室氣體盤查計算結果，如農業部門綠化溫室氣體匯，由於縣市層級溫室氣體盤查林業溫室氣體匯係以農業部農業統計年報公布林地面積計算，而無計算其它綠化溫室氣體匯，故無法在縣市層級溫室氣體盤查觀察到其成效。

參考文獻

1. 全國法規資料庫，2023，氣候變遷因應法
2. 環境部氣候變遷署，2019，彰化縣第一期溫室氣體管制執行方案
3. 環境部氣候變遷署，2024，彰化縣第二期溫室氣體減量執行方案-112 年成果報告
4. 環境部氣候變遷署，2024，2024 年中華民國國家溫室氣體排放清冊報告
5. 環境部，2017，縣市層級溫室氣體盤查計算指引
6. 彰化縣政府主管法規查詢系統，2016，彰化縣鍋爐製程空氣污染物排放標準
7. 彰化縣環境保護局，2018，彰化縣低碳永續家園運作體系與執行成效管考計畫
8. 經濟部能源署能源統計專區，能源平衡表，<https://www.esist.org.tw/>
9. 經濟部能源署，各縣市汽車加油站汽柴油銷售統計月資料，<https://www.moeaea.gov.tw/ECW/populace/home/Home.aspx>
10. 經濟部主管法規查詢系統，2019，能源用戶訂定節約能源目標及執行計畫規定
11. 交通部公路局統計查詢網，機動車輛登記數，<https://stat.thb.gov.tw/hb01/webMain.aspx?sys=100&funid=defjsp>
12. 農業部，農業統計年報，<https://agrstat.moa.gov.tw/sdweb/public/book/Book.aspx>
13. 內政部戶政司全球資訊網，人口統計資料，<https://www.ris.gov.tw/app/portal/346>
14. 行政院主計處縣市重要統計指標查詢系統，工廠營業收入統計，https://winstacity.dgbas.gov.tw/DgbasWeb/ZWeb/StateFile_ZWeb.aspx
15. 台灣電力公司，縣市用電資訊網站，<https://country-power-sales.taipower.com.tw/cpds/>